

## ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

### ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ РАЗЛИВОВ НЕФТИ ПРИ ПОМОЩИ МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ

**А.С. Рыбин**

Научный руководитель профессор Ю.М. Федорчук

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

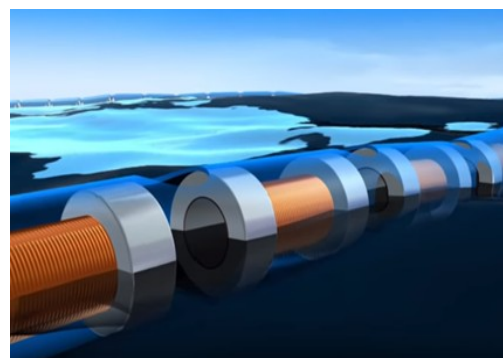
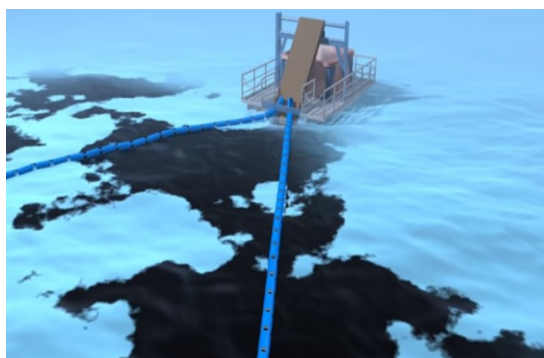
Наиболее опасными участками нефтесборных сетей и напорных нефтепроводов определены участки трубопроводов, на которых возможен выброс нефти на поверхность водных объектов [2].

Отдельно следует выделить один из новых и перспективных физико-химических способов очистки поверхности водного объекта от нефтяных загрязнений с помощью магнитных наночастиц. В статье, опубликованной журналом *Physical Chemistry Chemical Physics*, специалисты показали, что крошечные, диаметром всего 25 нанометров, частицы магнетита при попадании в загрязненную нефтью воду накрепко связываются с каплями нефти (рисунок 1) [3]. Главным отличием от других веществ, применяемых при очистке воды от нефти, является то, что такие наночастицы способны воздействовать и на образовавшуюся на поверхности воды плёнку нефти, а также на тяжелые сгустки нефти, погружающиеся под воду.



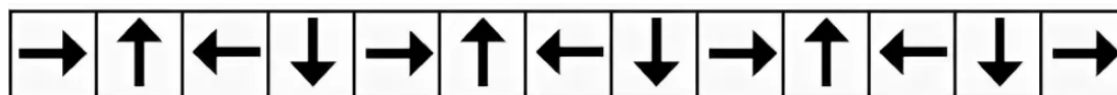
*Рис. 1 Добавление частиц магнетита на пленку нефти*

Нефть в связке с наночастицами магнетита приобретает свойства ферромагнитной жидкости. Подобный коллоидный раствор может легко собираться при помощи магнитов с водной поверхности [4].



*Рис. 2 Один из способов сбора углеводорода с агентом*

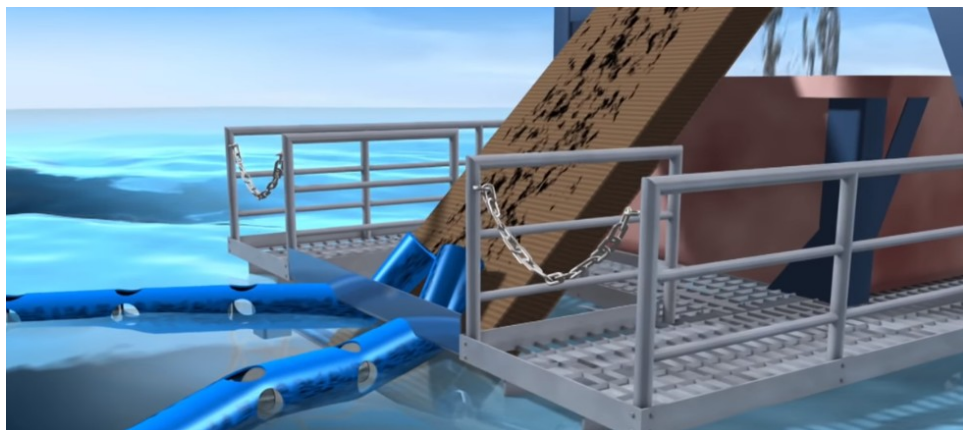
С помощью воздействия магнитного поля на смесь углеводородов, можно задавать необходимое направление распространения пленки по водной поверхности на специальные уловители (рисунок 2).



*Рис. 3 Сборка Халбаха*

Направление потока же будут задавать боновые ограждения, состоящие из магнитов, собранных по принципу магнитной сборки Халбаха (рисунок 3).

При попадании собранной нефти в установку, происходит ее очистка от частиц магнетита при помощи мощного магнита, установленного на дне емкости (рисунок 4).



**Рис. 4 Емкость для сбора нефти**

После отделения наночастиц от нефти, их можно использовать повторно. Хочется также отметить, что частицы магнетита являются экологически безопасным и естественным компонентом.

Основными факторами, увеличивающими затраты на проведение IV этапа ликвидации аварийного разлива нефти являются время негативного воздействия загрязнения на окружающую среду и затраты на материально-технические ресурсы [1].

В таблице приведен сравнительный анализ относительных затрат ( $K$ ) и трудозатрат ( $A$ ) на выполнение сбора нефти наиболее популярными методами на территории России.

В качестве показателя  $KI = 1$  и  $AI = 1$  приняты значения, соответствующее затратам на сбор нефтепродукта при помощи нефтесборщика «Lamog» LC 6500.

**Таблица**

**Сравнительный анализ**

Вид затрат	ЛАРН		
	С помощью нефтесборщиков	С помощью сорбентов/абсорбентов	С помощью наночастиц
	1	2	3
	Коэффициент затрат		
Относительные финансовые затраты	$K_1=1,0$	$K_2=0,8$	$K_3=1,0$
Относительные трудозатраты	$A_1=1,0$	$A_2=1,5$	$A_3=0,5$

Перспективным кажется использование магнитных наночастиц для сбора нефти и нефтепродукта в виду высокой степени очистки водной поверхности и возможности повторного использования наночастиц. Также положительным фактором является время сбора и трудозатраты.

Отрицательным фактором являются экономические затраты на первоначальную закупку необходимых материально-технических ресурсов.

Для подтверждения теоретических показателей, необходимо провести лабораторные, а затем опытно-промышленные испытания.

#### Литература

1. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства. [Электронный ресурс] // База нормативной документации. URL: <http://www.bestpravo.ru>.
2. Постановления Правительства РФ от 21.08.2000 г. № 613 (ред. от 15.04.2002) «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов». [Электронный ресурс] // База нормативной документации. URL: <http://www.zakonprost.ru/content/base>
3. Magnetize oil to fight oil spills - Science – 2020. Physical Chemistry Chemical Physics. [Электронный ресурс]. URL: <https://en.oclifescience.com/1556228-magnetize-oil-to-fight-oil-spills>
4. Physico-chemical methods of eliminating pollution of water environment by oil and oil products by a ferromagnetic fluid. [Электронный ресурс] // eLIBRARY.RU – научная электронная библиотека. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=3703485>